

马占相思(*Acacia mangium*)的生长、固氮及叶状柄的营养成分

黄维南, 尤瑞琛, 黄志宏, 林清洪, 章宁, 郑明琼

(福建省亚热带植物研究所, 福建 厦门 361006)

摘要: 马占相思(*Acacia mangium*) 在厦门地区生长良好, 生长速度和地上部生物量均大于肯氏相思(*A. cunninghamia*) 和大叶相思(*A. auriculaeformis*)。4年生的马占相思和大叶相思人工林年凋落物的干重分别为 1150 g m^{-2} 和 668 g m^{-2} 。马占相思和肯氏相思根瘤的固氮酶活性均有明显的季节变化, 8月份 > 10月份 > 5月份 > 2月份。马占相思叶状柄营养丰富, 含有较高的蛋白质和氨基酸, 特别是必需氨基酸苏氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸、异亮氨酸等, 而且还含有尿囊素。马占相思不仅可作为纸浆材、胶合板材、建筑和家具用材, 以及水土保持林, 而且是饲料、食用菌培养基和提取尿囊素的资源, 有广阔的开发利用前景。

关键词: 马占相思; 生长; 固氮酶活性; 营养成分

中图分类号: Q945.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)02-0118-05

PLANT GROWTH, NODULE NITROGENASE ACTIVITY AND PHYLLODE NUTRIENT CONTENT IN *ACACIA MANGIUM*

HUANG Wei-nan, YOU Rui-chen, HUANG Zhi-hong,

LIN Qing-hong, ZHANG Ning, ZHENG Ming-qiong

(Fujian Institute of Subtropical Botany, Xiamen 361006, China)

Abstract: *Acacia mangium* trees planted in 1993 in Xiamen region, Fujian, showed that the growth rate and aboveground biomass were higher than those of *A. cunninghamia* and *A. auriculaeformis*. The annual litter-fall of 4-year-old trees of *A. mangium* and *A. auriculaeformis* were 1150 g m^{-2} and 668 g m^{-2} , respectively. Seasonal variation of nitrogenase activity in nodules of *A. mangium* and *A. cunninghamia* was obvious and was in the order August > October > May > February. The phyllodes of *A. mangium* were found to contain abundant nutrients, such as protein, amino acids, especially essential amino acid: Thr, Val, Phe, Tyr, Met, Lys, Ile, Leu, and allantoin. The wood of *A. mangium* is useful materials for building, pulpwood, furniture and plywood, and the phyllodes of which can be used as feed for cattle and as medium for mushroom cultivation. It is also a good species for soil and water conservation.

Key words: *A. mangium*; Growth; Nitrogenase activity; Nutrient content

收稿日期: 1999-03-01

基金项目: 福建省科委资助项目

蔡克强、黄绳全、徐志伟等参加部分工作, 谨此致谢。

马占相思 (*Acacia mangium*) 又名直干相思, 是豆科固氮速生丰产树种, 原产澳大利亚, 巴布亚新几内亚和印度尼西亚等湿润热带地区, 其种群分布在南纬 1° – 19° , 主要集中在南纬 16° – $18^{\circ}30'$ 的海拔 100 m 以下地区的酸性砖红壤上^[1]。这些地区年平均气温 19 – 28°C , (平均最高和最低气温分别为 32°C 和 14°C), 无霜期, 年降雨量为 1000 – 4500 mm。马占相思生长迅速, 干形通直, 适宜作纤维材、纸浆材、胶合板材、建筑和家具用材^[2,3]。近年来, 非洲、南美洲及东南亚等地都扩大种植面积^[4,5]。我国广东、海南、广西、台湾等地都有引种栽培^[2,3,6], 福建漳州水土保持站于 1984 年也进行引种试验, 1994 年调查, 10 年生的马占相思树平均株高 17.5 m^[1]。本文测定了马占相思在厦门地区的生长、根瘤的固氮活性及其叶状柄营养成分, 并与肯氏相思 (*A. cunninghamia*) 和大叶相思 (*A. auriculaeformis*) 的生长进行比较, 并讨论其开发利用的前景。

1 材料和方法

马占相思种子由广东林科所提供, 1993 年秋种子经沸水浸泡, 自然冷却 24 h 后播于沙壤土中 (pH5.4–5.6), 株行距 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$, 管理粗放。

生长量采用全林系统抽样 10 株测量。

地上部生物量测定为选取 4.5 年生林分的标准木 3 株 (即全林抽样 H 和 DBH 平均值的样株), 伐倒后分别称树干和枝叶的重量, 再取一定重量样品烘至恒重后称干重, 换算标准木各部分平均干重和总重。

根瘤的固氮酶活性测定用乙炔还原法^[7]。

取树冠上部成熟的叶状柄进行营养成分及氨基酸组分测定。全氮测定用微量凯氏定氮法; 全磷测定用钼锑抗比色法; 全钾测定用离子选择性电极法; Ca、Mg、Fe、Mn 用原子吸收光谱法测定; 氨基酸组分及尿囊素用高效液相色谱法测定。尿囊素提取按徐志伟等报道的方法^[8]。

凋落物量按黄绳全等方法测定^[9]。

2 结果和讨论

2.1 马占相思的生长速度及地上部生物量

马占相思不仅适应于厦门地区生长, 而且生长迅速, 从 10 株 4.5 年生树的平均值看, 其生长速度和地上部生物量都大于栽培条件相似的肯氏相思和大叶相思 (表 1)。

表 1 三种相思树的生长速度和地上部生物量
Table 1 Plant growth and aboveground biomass in three species of 4.5-year-old *Acacia*

树种 Species	株高 Plant height (m)	年增高 MAI (m a ⁻¹)	胸径 DBH (cm)	基径 BD (cm)	茎材 Trunk		枝叶 Branch and leaf	
					FW	DW	FW	DW
					(kg plant ⁻¹)			
马占相思 <i>A. mangium</i>	10.7 ± 1.2	2.35	18.1 ± 4.5	23.9 ± 0.5	64.5	36.4	60.0	26.1
肯氏相思 <i>A. cunninghamia</i>	9.4 ± 0.6	2.11	11.3 ± 0.7	16.5 ± 0.4	48.0	30.3	40.0	17.0
大叶相思 <i>A. auriculaeformis</i>	7.6 ± 0.3	1.69	8.4 ± 0.5	11.4 ± 0.7	27.8	13.7	10.1	7.4

MAI: Mean annual increment of height; DBH: Diameter at breast height; BD: Basal diameter;
FW: Fresh weight; DW: Dry weight.

厦门地区位于北纬 24°25′-24°35′, 年平均气温 20.9 ℃, 最热月平均气温 28.4 ℃, 最冷月平均气温 12.6 ℃, 累年极端最高气温 38.5 ℃, 极端最低气温 2 ℃, 年降雨量 1143.5-1202.4 mm, 属南亚热带温湿气候。虽然厦门地区较原产地距离赤道远, 纬度相对偏高, 但由于受海洋性气候的影响, 气候与原产地相差不大, 对马占相思的生长是有利的。

2.2 马占相思的结瘤固氮

马占相思和金合欢属的其他树种一样, 从幼苗到不同年龄的植株, 在合适的条件下, 其根系均可结瘤。新形成的根瘤细小, 圆球形, 以后逐渐长大成圆筒形并长出 2-3 分叉, 有的发育成姜状或扇状的大瘤。冬天由于干旱和低温, 老瘤干缩, 而新瘤难于形成。4-5 月份新瘤开始形成、生长, 6-9 月份根瘤生长旺盛。根瘤的固氮酶活性有明显的季节变化, 其变化的总趋势与银合欢^[10]、灰金合欢^[10]、台湾相思^[11]、大叶相思^[7]等一样, 夏秋高, 冬季和早春低。我们曾于不同季节(2、5、8、10 月份)分别取三年生的马占相思和肯氏相思根瘤测固氮酶活性, 结果表明 8 月份根瘤的固氮酶活性最高(表 2), 丁明懋等认为在广东鹤山种植的马占相思, 其根瘤的固氮活性在 5-10 月份较高^[6], 根瘤固氮酶活性的季节变化主要是受温度、光照强度及降雨量等的影响^[10]。

据丁明懋等报道^[12], 对广东鹤山县林科所的马占相思林地调查表明, 不同林地的马占相思根瘤生物量为 167.5-433.1 kg hm⁻², 年固氮量为 55.5-157 kg hm⁻², 说明马占相思的生物固氮潜力很大, 是优良的速生固氮树种, 营造马占相思林对改良土壤, 提高肥力有重要意义。

2.3 马占相思人工林的凋落物量

凋落物量是森林生产量的组成部分, 枯枝落叶是有机质归还土壤的重要途径, 对增加土壤有机质, 覆被地表, 减缓林地径流有重要意义。我们采用样方法全年实测马占相思及大叶相思 4 年生人工林的凋落物量, 显示马占相思人工林的凋落物量大于大叶相思人工林(表 3)。

根据对马占相思凋落物营养成分分析结果(表 4)折算, 每公顷马占相思林凋落物相当于氮 19.66 kg, 磷 0.286 kg, 钾 2.714 kg, 钙 8.107 kg, 镁 2.783 kg, 铁 0.074 kg, 锰 0.013 kg 归还土壤, 因此, 营造马占相思林, 由于林木生长和凋落物覆盖, 不仅能有效地防止表土冲刷, 而且可以改善土壤湿度, 提高土壤肥力, 有显著的生态效益。

表 2 马占相思和肯氏相思根瘤的固氮酶活性

Table 2 Nitrogenase activity in nodules of 3-year-old *A. mangium* and *A. cunninghamia* ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ FW H}^{-1}$)

树种 Species	月份 Months			
	Feb	May	Aug	Oct
马占相思 <i>A. mangium</i>	0.40	4.53	11.09	5.35
肯氏相思 <i>A. cunninghamia</i>	0.50	4.00	10.10	4.90

表 3 马占相思和大叶相思人工林凋落物量

Table 3 Annual production of litter-fall of 4-year-old *A. mangium* and *A. auriculaeformis* (g DW m⁻² a⁻¹)

树种 Species	总凋落物 Total litter-fall	叶状柄 Phyllode
马占相思 <i>A. mangium</i>	1150	1104
大叶相思 <i>A. auriculaeformis</i>	668	641

表 4 马占相思林凋落物和叶状柄的营养成分

Table 4 Nutrient contents in litter-fall and phyllodes of *A. mangium*

	粗蛋白 (%) Protein	全氮 (%) Total N	全磷 (%) Total P	全钾 (%) Total K	钙 Ca	镁 Mg	铁 Fe	锰 Mn
					($\mu\text{g g}^{-1} \text{ DW}$)			
凋落物 Litter-fall	10.690	1.710	0.025	0.236	7050	2420	644.5	117.1
叶状柄 Phyllode	16.50	2.640	0.615	0.770	3772	1245.3	447.0	87.80

2.4 马占相思叶状柄的营养成分

马占相思叶片退化, 叶柄变为叶片状, 披针形, 长可达20–30 cm, 宽5–7 cm。从表4可知, 马占相思叶状柄含有16.5%的粗蛋白以及较高的磷、钾、钙、镁、铁、锰等元素。据谢左章^[13]报道, 马占相思叶粉还含有粗纤维23.95%–24.75%、粗灰分4.55%–5.21%、粗脂肪4.86%–5.59%。从表5可见, 马占相思叶状柄中各种氨基酸、必需氨基酸的含量, 特别是苏氨酸、缬氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、异亮氨酸等含量都较高。而新鲜米糠的全氮量仅为0.977%, 全磷量为0.64%, 全钾量为0.185%^[14]。因此, 马占相思是一种有开发前景的饲料资源。

表5 马占相思叶状柄的氨基酸组分与尿囊素
Table 5 Content of amino acids and allantoin in phyllodes of *A. mangium*

氨基酸 Amino acid	含量 Content (mg g ⁻¹ DW)	氨基酸 Amino acid	含量 Content (mg g ⁻¹ DW)	氨基酸 Amino acid	含量 Content (mg g ⁻¹ DW)
天冬氨酸 (Asp)	9.69	精氨酸 (Arg)	8.15	* 赖氨酸 (Lys)	3.02
谷氨酸 (Glu)	12.22	* 缬氨酸 (Val)	16.96	* 异亮氨酸+亮氨酸 (Ile+Leu)	8.02
甘氨酸 (Gly)	3.46	* 蛋氨酸 (Met)	3.67	* 酪氨酸 (Tyr)	19.60
* 苏氨酸 (Thr)	14.32	* 苯丙氨酸 (Phe)	21.23	总量 Total	139.00
脯氨酸+丙氨酸 (Pro+Ala)	10.59	组氨酸 (His)	8.19	尿囊素 (Allantoin)	0.557

* 为必需氨基酸(EAA)。色氨酸、胱氨酸、丝氨酸未测。Trp, Gys and Ser were not determined.

我们曾利用固氮速生树种银合欢、南洋楹、大叶相思和台湾相思等的叶片或木屑代替米糠或麸皮栽培各种木生食用菌(凤尾菇、金针菇、香菇、猴头菇、毛木耳、黑木耳、乳白木耳等)均获得成功^[14–17]。马占相思叶状柄营养丰富, 其主要营养成分粗蛋白、磷、钾、钙、镁等含量高于上述四种固氮树种木屑的营养成分^[17], 因此, 也可以作为食用菌的培养基原料。

酰胺在植物界分布较广, 至今已在20多种植物中发现, 酰胺包括尿囊素和尿囊酸, 在一些植物的氮素贮存、转运和代谢中起着重要作用, 可作为蛋白质合成的氮源。许多热带豆科植物根瘤输送到地上部的含氮化合物主要是酰胺。有关马占相思的酰胺代谢尚未见报道, 我们曾测定了马占相思叶状柄的尿囊素含量为0.557 mg g⁻¹ DW, 以每株马占相思的干叶状柄平均为26.1 kg计算, 则含有14.44 g尿囊素。最近有人报道^[18], 尿囊素是一种脲类植物生长调节剂, 可增强幼苗光合能力, 提高根际微生物活性, 增加产量, 提高品质, 并已在水稻、甘蔗、果树等多种作物上推广应用。

综上所述, 马占相思除了可作纤维材、纸浆材、胶合板材、建筑和家具用材, 以及水土保持林外, 还是饲料、食用菌培养基和提取尿囊素的资源, 有广阔的开发利用前景。

参考文献:

- [1] 方万泉. 马占相思引种初报 [J]. 福建水土保持, 1996, (1):47–48.
- [2] 方发之. 马占相思在海南的发展与展望 [J]. 热带林业, 1997, 25(1):9–11.
- [3] 潘志刚, 冯水, 林鸿盛. 马占相思引种、生长及利用 [J]. 热带林业, 1996, 24(4):142–152.
- [4] Voss R L, Sctarso Priasukmana, Tangketasik J, et al. *Acacia mangium* in Kalimantan Timur. Indonesia [J]. Nitrogen Fixing Tree Research Reports, 1987, 5:22–25.
- [5] Halends C J. Growth rate of three leguminous tree species on degraded acidic soils [J]. NFTRR, 1990, 8:40–41.
- [6] 丁明懋, 蚁伟民, 廖兰玉, 等. 生态条件对马占相思结瘤固氮的影响 [J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2(2):15–21.

- [7] 黄维南, 蔡克强, 邹小鲁. 大叶相思的结瘤固氮和吸氢酶活性 [J]. 亚热带植物通讯, 1990, (1):1-6.
- [8] 徐志伟, 黄维南, 张谷曼. 赤豆酰胺含量变化研究 [J]. 福建省农科院学报, 1992, 7(1):92-96.
- [9] 黄绳全, 黄维南. 银合欢生态特性及人工林地上部生物量 [J]. 亚热带植物通讯, 1992, 21(2):1-8.
- [10] 黄维南. 树木的共生固氮及固氮放线菌 [A]. 尤崇杓等. 生物固氮 [M]. 北京: 科学出版社, 1987, 322-346.
- [11] 蔡克强, 邹小鲁, 黄维南. 台湾相思结瘤固氮及吸氢酶活性研究 [J]. 亚热带植物通讯, 1993, 22(1):1-6.
- [12] 丁明懋, 蚁伟民, 廖兰玉. 大叶相思和马占相思固氮量的研究 [J]. 生态学报, 1991, 11(3):289-290.
- [13] 谢左章. 马占相思叶粉饲用开发价值及经济预测 [J]. 广东林业科技, 1998, 14(3):23-26.
- [14] Chen F S, Huang W N, Shao S H, et al. Studies on the utilization of *Leucaena leucocephala* leaves in the culture of phoenix mushroom [A]. Mushroom Biotechnology, Proceeding of the International Symposium on Mushroom Biotechnology [C]. Nanjing, China, JSTEC, 1989, 245-253.
- [15] 郭翠英, 陈方顺, 黄维南, 等. 速生固氮树木屑栽培金针菇试验 [J]. 食用菌, 1994, (2):19-20.
- [16] 郭翠英, 陈方顺, 黄维南. 速生丰产菌材—南洋楹栽培食用菌研究 [J]. 中国食用菌, 1998, 17(5):13-14.
- [17] 林丽仙, 陈方顺, 于青, 等. 速生固氮树木屑栽培香菇试验初报 [J]. 亚热带植物通讯, 1995, 24(1):23-27.
- [18] 许鸿源, 何冰, 杨广胜. 尿囊素与广增素对水稻幼苗生长及抗寒能力的影响 [J]. 广西农业大学学报, 1997, 16(4):289-294.